

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-141641

(43)Date of publication of application : 17.06.1991

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
G23F 4/00
H01L 21/3205

(21)Application number : 01-279052

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 26.10.1989

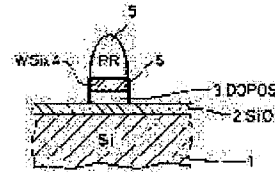
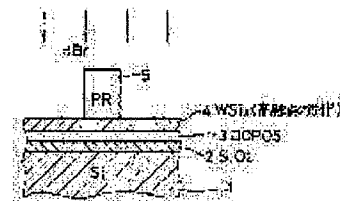
(72)Inventor : TATSUMI TETSUYA
KADOMURA SHINGO

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to perform stable etching under an excellent shape without using harmful gas such fluorocarbon gas by etching high-melting-point metal silicide by using gas containing hydrogen bromide.

CONSTITUTION: Gas containing at least hydrogen bromide is used, and a step for etching a high-melting-point metal silicide is provided. In this constitution, the etching step contains the etching under an ion accelerating voltage Vdc by which high-melting-point metal silicide or a high-melting-point metal bromide that is a reaction product can be sputtered. Therefore, this method is used, and the high-melting-point silicide layer and a polysilicon layer can be continuously etched under the same conditions. Ion species generated in HBr plasma are accelerated with the voltage Vdc, and the WSix (high-melting-point silicide) 4 or the DOPOS (polysilicon) 3 are etched. Since the reactivity of bromine atoms is low, an undercut is hard to occur. The formation of a recess in the side wall is prevented. Thus anisotropic machining can be readily performed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平3-141641

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)6月17日

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00
H 01 L 21/3205F 8122-5F
E 7179-4K

6810-5F H 01 L 21/88 D

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平1-279052

⑰ 出 願 平1(1989)10月26日

⑱ 発 明 者 辰 巳 哲 也 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 ⑲ 発 明 者 門 村 新 吾 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 ⑳ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 ㉑ 代 理 人 弁理士 高 月 亨

明 細 書

1 発明の名称

半導体装置の製造方法

2 特許請求の範囲

1. 少なくとも臭化水素を含むガスを用いて、高融点金属シリサイドをエッチングする工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

2. エッチングする工程が、高融点金属シリサイドまたは反応生成物である高融点金属臭化物がスパッタしうイオンの加速電圧V_{dc}下でのエッチングを含むことを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

3 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特にそのエッチング工程を改良した半導体装置の製造方法に関するものである。本発明は、高融点金属

シリサイドをエッチングする工程を有する半導体装置の製造について汎用することができ、例えばゲート構造としていわゆる高融点金属ポリサイド構造を有する半導体装置の製造の際などに利用することができる。

(発明の概要)

本発明は、半導体装置の製造方法において、少なくとも臭化水素を含むガスを用いて、高融点金属シリサイドのエッチングを行うことによって、含フッ素炭素化水素系化合物の如き有害なガスを用いる必要なく、形状の良好なエッチングを安定して達成できるようにしたものである。

(従来の技術及びその問題点)

半導体装置の製造の際に、高融点金属シリサイドをエッチングする工程を有する技術が行われている。例えば、LSI等の集積回路の高速化の要請から、ゲート材料として、金属シリサイドが用いられるようになっている。金属シリサイドはポ

リシリコンより抵抗値が約1桁小さいので、高速化に有利だからである。金属シリサイドがゲート材料として用いられる場合、下地のゲート絶縁膜との反応性が問題になるときは、ポリシリコン上に金属シリサイドを重ねたいわゆるポリサイド構造として使用されることが多い。

このように金属シリサイドを用いる半導体装置の製造の際には、該金属シリサイドをエッチング加工する必要が出て来る。従来より金属シリサイドのエッチング技術については、様々の方法が開発実用化されている。中でも現在主流となっているのは、フッ素置換炭化水素ガス、即ちフロンないしフレオンと称されるいわゆるフロン系ガス（フロンF113等）をエッチングガスとして用いる方法である。しかしフロン系ガスはオゾン層破壊などの環境問題を招き、いわゆる『フロン規制』の問題から、将来使用できなくなるのは確実である。このような状況であるから、金属シリサイドの異方性加工、例えばポリサイド構造のゲート材等をエッチングするのに、フロン系ガス以外のガ

ス系でそのエッチング加工を行える技術の早急な開発が切望されている。

本出願人はこの点について鋭意各種の研究開発を進めているが、ガス系によっては、被エッチング面積の大小による反応生成物の量の変化にエッチング形状が左右されて異方性加工が所望どおり進まない問題があるなど、必ずしも新規なエッチングガス系の開発は容易ではない。

特に金属シリサイドの下地にポリシリコンが存在するポリサイド構造では、エッチングに対する挙動の異なる2つの材料を加工しなければならない、反応生成物の蒸気圧の違い等から金属シリサイド／ポリシリコン間でエッチングガスや条件を切り換えなければならないことも多い。金属ポリサイド構造、特にタングステンポリサイド構造のマイクロ波プラズマエッチング技術については、「月刊Semiconductor World」1989年10月号の126～130頁に記載があるが、ここで用いているエッチングガスも、 $C_2Cl_2F_2$ 、 $C_2Cl_2F_4$ 、などの含フッ素ガスであり、有害ガスの問題を解決するもので

はない。

一方、ポリシリコンのエッチングの従来技術として、臭化水素ガス利用のRIE技術を示す文献がある（Moritaka Nakamura他「Variable Profile poly-Si Etching with Low Temperature RIE and HBr gas」、1988 DRY PROCESS SYMPOSIUM、II-5、予稿集58～63頁）。しかしこの文献には、高融点金属シリサイドのエッチングへの適用性は言及されていない。この文献の技術では、例えば加速電圧等の制御などへの考慮まで至らなかったため、シリサイドへの利用が考えられなかったものと推定される。とりわけ、高融点金属ポリサイド構造への適用の可能性は、全く示唆されていない。単にこの文献に示される技術を高融点金属シリサイドのエッチングに用いたとしても、エッチング形状の良好性や、エッチングの安定性で問題がある。

〔発明の目的〕

本発明は上記のような事情に鑑みてなされたも

ので、有害なガスを用いる必要なく、かつ良好な形状で安定なエッチングを実現できるガス系を用いたエッチング工程を有する半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段及び作用〕

本発明の半導体装置の製造方法は、少なくとも臭化水素を含むガスを用いて、高融点金属シリサイドをエッチングする工程を有する構成とすることによって、前述した問題点を解決するものである。

即ち本発明によれば、エッチング工程に用いるエッチングガスとして、少なくとも臭化水素を含むガスを用いるので、フロン系ガスを用いる必要がなく、よって環境問題や有害ガス規制に対する問題を解決できる。かつ、エッチングに寄与する原子が臭素である場合、これは塩素やフッ素よりも反応性が低いので、臭化水素ガスを含むエッチングガスによれば例えばアンダーカットなどが生じにくく、良好なエッチングを安定に行うことが

できる。また、ポリサイド構造をエッチングするときも、必ずしもエッチング条件を変える必要がなく、有利な工程とすることができる。

本発明において、臭化水素を含むガスとしては、純臭化水素 (HBr) ガスを好ましく用いることができるほか、臭化水素に Ar 、 He 、 Xe 、 Kr 等の希ガスを混合したガス系を用いることができる。更に、 N_2 や O_2 を混合したガス系として、これらの反応性を利用し、例えばエッチング材の側壁保護効果を発揮させるように構成することができる。そのほか所望に応じて、臭化水素を少なくとも含む任意のガス成分のガス系として用いることができる。なお反応性の臭素原子を発生するものとして、臭素 (Br_2) ガスも考えられるが、沸点 (凝縮しやすい)、毒性や、その他扱いやすさの点で、臭化水素の方がすぐれている。

エッチング手段としては、 RIE 、プラズマエッチングなどのドライエッチングに好適に適用でき、そのエッチング条件は、被エッチング材の種類や用いるガス系、及び所望のエッチング加工に

応じて、適宜選定することができる。

本発明において、エッチングを行う高融点シリサイドとしては、例えば、タングステンシリサイド (WSi_2 等)、モリブデンシリサイド (MoSi_2 等)、チタンシリサイド (TiSi_2 等)、タングタルシリサイド (TaSi_2 等) などの、各種の高融点金属のケイ素化合物を用いることができる。タングステンシリサイドは、ゲート材料として好適に用いられるものであり、これをエッチングするのは本発明の一つの好ましい態様である。

本発明は、高融点金属シリサイドを部分的に除去して加工するように実施するのでも、高融点金属シリサイドを全面的に除去してしまうように実施するのでもよい。

本発明においては、高融点金属シリサイド、またはその臭化物等の反応生成物をスパッタで飛ばし得るようなイオンエネルギー下で、エッチングを行うことが好ましい。

本発明におけるエッチング時の機構は必ずしも明らかではないが、高融点シリサイドそのもの、

あるいは高融点シリサイドが臭化水素から与えられる臭素原子と反応して生ずる反応生成物がスパッタし、該スパッタによりエッチングがなされる (あるいは開始される) と考えられる。該スパッタは、反応当初だけか、化学的にエッチングが進行する過程でも生じているのかは明らかではないが、少なくとも、高融点金属シリサイドまたは反応生成物である高融点金属臭化物がスパッタし得るイオンの加速電圧 V_{dc} の下でエッチングすると、好ましい結果が得られる。

本発明者らの検討によれば、加速電圧 V_{dc} を 300 ボルト以上とすることが好ましい。更に、300 ボルト以上 500 ボルト以下の範囲で、好ましくエッチングを進行できる。なお加速電圧 V_{dc} は、例えばプラズマエッチングの場合被エッチング基板とプラズマ電位との差で定まるもので、イオンの入射エネルギーを決定するものである。このような直流電圧成分の加速電圧 V_{dc} は、装置条件によっては特別に印加しなくてもセルフバイアスでかかるものであるが、上記加速電圧 V_{dc} の範囲にな

るように制御して実施することもできる。

本発明における上記エッチング工程においては、シリコンの臭化物が発生するが、本発明においてはこれを被エッチング構造の側壁保護に利用することできる。そのほか、装置の各種部材、例えばカソードカバーや、あるいは残留ガス、またマスクスパッタ物などに存在する炭素、酸素、窒素との副反応生成物 (例えば Si_xO_y や Si_xN_y 等) を、側壁保護に利用することができる。このような副反応生成物は特に厳密に防止しない限り一般に発生するものであるので、エッチング状況に応じてそれに見合った条件を設定することにより、これを側壁保護に利用できるようにすることができる。更に側壁保護効果を得たい場合は、前述したようにガス系に N_2 や O_2 を添加すればよい。このような形状制御を行う場合、所望の形状に応じてそれぞれ最適条件を定めるようにできる。

次に本発明の方法によれば、高融点金属の下地にポリシリコン層が存在するポリサイド構造をエッチングする場合も、同じガス系を用いて同条件

で連続的にエッチングを進行させることもできる。よって、ポリサイド構造のエッチングを含む工程を有する半導体装置の製造に、好ましく用い得ると言える。

〔実施例〕

以下本発明の一実施例について、図面を参考にしつつ、説明する。なお当然のことではあるが、本発明は以下に述べる実施例により限定されることなく、種々の態様をとることができるものである。

本実施例は、ゲート構造の材料としてW（タングステン）シリサイド膜、特にWシリサイド膜とその下地に存在するポリシリコン膜とから成るWポリサイド構造を用いる半導体装置の製造に、本発明を適用した。

即ち、本実施例における被エッチング構造は、第1図（a）に示すように、基板1上のゲート絶縁膜2上に、ポリシリコン膜3と高融点シリサイド4であるWシリサイド（ WSi_x ）とが積層さ

小さい方が好ましいので、必要なスパックが行われる加速電圧 V_{dc} として最低に近い300Vを用いたのである。これにより、下地層への影響を極力小さくしつつ、所望のエッチングを達成しようとするものである。なお加速電圧 V_{dc} が500Vを超えると、条件によってはレジストの炭化が進行してしまうことがある。

本実施例において、HBrプラズマ中で生じたイオン種は、電圧 V_{dc} によって加速され、高融点金属シリサイド4である WSi_x あるいはポリシリコン3であるDOPOSをエッチングする。酸素原子は、従来用いられていたフッ素、塩素などの原子よりも反応性が低いため、アンダーカットを生じにくく、よってエッチングされる側壁にえぐれが入ることが防がれ、より容易に異方性加工を行うことができる。

本実施例において、Wの臭化物（ WBr_x ）は蒸気圧が低いので、上記高 V_{dc} によるスパックによってエッチングが進むものと考えられる。また反応生成物のうち $SiBr_x$ は結合が不安定であ

れて構成されたポリサイド構造である。特に本例におけるポリサイド構造は、高融点シリサイド4の下のポリシリコン膜3として、不純物がドーパされたポリシリコン、いわゆるDOPOSを用いたものである。また本例の基板1はシリコン基板であり、ゲート絶縁膜2は SiO_2 膜である。第1図（a）中、符号5で示すのはエッチングのマスクとなるフォトレジスト（PR）である。

エッチング条件は下記のようにして、ドライエッチングを行った。

エッチングガス： HBr、流量10SCCM
 ガス圧： 1.0 Pa
 RF電力： 300 W
 エッチング温度： 15℃
 エッチング装置： 放電平行平板型プラズマエッチング装置

この条件で、イオン加速電圧 V_{dc} は、300Vとなった。好ましい加速電圧の範囲は300~500Vであり、本実施例ではその下限を使うわけであるが、これは下地層への影響を考えると加速電圧 V_{dc} は

るため、カソードカバー（一般に SiO_2 ）等から出てくる酸素Oと反応し、より安定な Si_xO_y という副反応生成物を形成すると考えられる。このような副反応生成物は、エッチング中の側壁保護膜となって、エッチング形状を良好にすることに寄与しているものと考えられる。

上記のようにしてエッチングを行った後の形状を、第1図（b）に示す。図中符号6を付したのは、副反応生成物による側壁保護膜を模式的に描いたものである。

本実施例においては、高融点金属シリサイド4である WSi_x と、ポリシリコン3であるDOPOSの両層のエッチングにおいて、放電条件を全く変化させることなく、1ステップで良好な異方性エッチングを実現することができた。

このように本実施例は、本発明をポリサイド構造のエッチングに用いることにより、高融点シリサイド層とポリシリコン層とを同条件で連続的にエッチングできるようにしたものであって、本発明がポリサイド構造のエッチング加工上極めて行

効であることを裏付けるものである。

但し、本実施例の如くポリサイド構造のエッチングに本発明を用いる場合、高融点シリサイド4の下層のポリシリコン3のエッチングは高融点シリサイド4よりも低圧で行うなど、条件を変えて、2ステップで行ってもよいことは勿論である。

の断面構造、第1図(b)はエッチング後の断面構造を示すものである。

1…基板、2…ゲート絶縁膜、3…ポリシリコン(DOPOS膜)、4…高融点シリサイド(WSi_x 膜)。

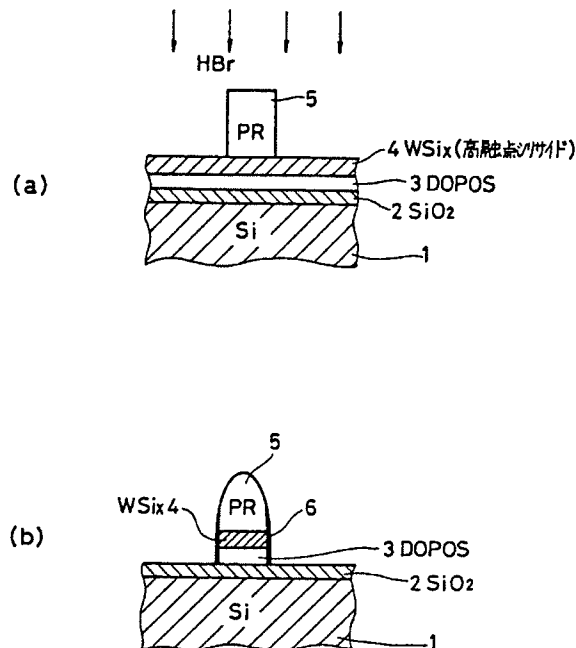
〔発明の効果〕

上述の如く本発明の半導体装置の製造方法は、高融点金属シリサイドを、少なくとも臭化水素を含むガスを用いてエッチングするので、フロン系ガスなどの問題のあるガスを使う必要がなく、かつ良好な形状で安定なエッチングを実現できるものであり、かつ、例えばポリサイド構造のエッチングに適用する場合も、容易な工程で効果的にエッチングを行うことができるものである。

特許出願人 ソニー株式会社
代理人 弁理士 高 月 亨

4 図面の簡単な説明

第1図(a)(b)は本発明のエッチング方法の一実施例を示し、第1図(a)はエッチング前



実施例のエッチング方法
第1図